

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>G 0 2 B 6/32  
6/28

識別記号

府内整理番号  
7132-2K  
Q 9119-2K

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平3-237249

(22)出願日 平成3年(1991)8月23日

特許法第30条第1項適用申請有り 1991年3月15日 社  
団法人電子情報通信学会発行の「1991年電子情報通信学  
会春季全国大会講演論文集(分冊4)」に発表

審査請求 有 請求項の数2(全5頁)

(71)出願人 000108742

タツタ電線株式会社

大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号

(71)出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

(71)出願人 591205307

伊賀 健一

神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学精密工学研究所内

(74)代理人 弁理士 梶 良之

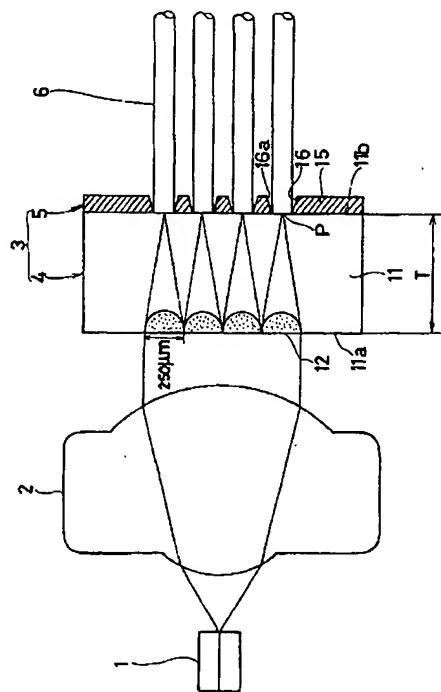
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光結合器およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 軸合わせが不要で、製作が容易な光結合器と  
その製造方法を提供する。

【構成】 透明基板11の前方端面11aに1以上の微  
小レンズ12を形成し、後方端面11bに微小レンズ1  
の焦点Pが形成されるように厚さを調整して成る平板  
マイクロレンズ4と、その後方端面11bに接着したシリ  
コンガイド板5とを備え、前記シリコンガイド板5  
は、光ファイバ6を挿嵌且つ接着可能に形成したガイド  
孔16を有し、ガイド孔16は微小レンズ12の焦点が  
挿嵌した光ファイバ6のコア内に包含される位置に形成  
して成る光結合器3とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成ることを特徴とする光結合器。

【請求項2】 透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッチングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成ることを特徴とする光結合器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 レーザーダイオード(LD)、発光ダイオード(LED)などの光源からの発散光を光ファイバに高効率に入射せしめるために用いる光結合器およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信の適用分野は光LAN、CATV、さらには公衆通信回線の加入者系などの伝送システムへと広がりつつある。このような伝送システムを構築する上で、光源と光ファイバとを高効率に結合する光結合器が不可欠である。従来、この種の光結合器における光源と光ファイバの結合法としては、光ファイバの端面加工による結合法、1枚レンズ結合法、2枚レンズ結合法などがある。

【0003】 光ファイバの端面加工による結合法としては、たとえば図4(a)に示すように光ファイバの先端を球状に加工したもの、同図(b)に示すように先端をテーパ状に加工したものなどを用いる。これらの結合法は、光源LDからの光ビームが光ファイバコアからあまり広がらないところで結合するため、高効率に結合されるが、ファイバからの光の反射による雑音が発生したり、実際上において位置合わせが困難で、軸ずれ許容度がきびしいなどの問題がある。

【0004】 1枚レンズ結合法としては、図5(a)に示す球レンズや、同図(b)に示す分布屈折率レンズを用いる方法などがある。これらの1枚レンズ結合法は光ファイバの端面加工による方法に比し、軸ずれ許容度が緩和されるが、レンズの受光角より外へ広がる光は損失となり結合効率が低い。

【0005】 2枚レンズ結合法としては、図6(a)に示す球レンズを2個使用するもの、同図(b)に示す球

10

20

30

40

50

レンズと分布屈折率ロッドレンズを使用する方法などがある。これらの方法は軸ずれ許容度が最も緩和されるが、部品数が多く、製作が容易ではなく、量産化に不向きである。

【0006】 上記はいずれも光源LDと1本の光ファイバとの結合法に関するものであり、一つの光源LDと複数本の光ファイバアレーを同時に結合するためには、さらに上記の問題点が拡大される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上述の問題点を解消し、軸合わせが不要で、製造が容易な光結合器とその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の光結合器は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成るものである。

【0009】 そして、この光結合器の製造方法は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッチングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成るものである。

## 【0010】

【作用】 シリコンガイド板に設けたガイド孔に光ファイバの先端を挿嵌し接着するだけで、平板マイクロレンズの前方から平行光を入射したとき、光が光ファイバのコア内に入射されるので、光源からの光を高効率に光ファイバに伝達することができる。

【0011】 平板マイクロレンズとシリコンガイド板とを別々に精度よく調整製作し、両者を位置合わせして接着すると集積化が容易にできる。

## 【0012】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の光結合器の使用状態を示す図である。

【0013】 図1において、1は光源としての半導体レーザ、2は半導体レーザ1からの出射光を分配するコリメートレンズ、3は平板マイクロレンズ4とシリコンガイド5とを備えて成る光結合器、6は光ファイバである。

【0014】 平板マイクロレンズ4は、透明基板11の

前方端面11aに1以上多数(図示例では簡単のため4個を例示している)の微小レンズ12を形成したものである。そして、平板マイクロレンズ4の厚みTは透明基板11の後方端面11bに微小レンズ12の焦点Pが形成される厚みとなっている。このような、平板マイクロレンズ4はプレーナー技術で製作可能である。すなわち、透明基板11の微小レンズ12の部分にパターン開口を有するイオン透過防止用マスクを貼着し、次いでこのマスクを貼着した面をタリウム、セシウム等屈折率増加に寄与の大きいイオンを含む溶融塩内に浸漬せしめ、自然に又はイオン交換を行わせることによって、外側に向かって順次屈折率が透明基板のものに近づくよう小さくなる微小レンズ12が形成される。このようにして製作された平板マイクロレンズ4の斜視状態が図2に示され、半球部分12aが屈折率の異なる部分と透明基板との境である。

【0015】図2において、シリコンガイド5はシリコン単結晶板15に裁頭四角錐形状のガイド孔16を有するものである。四角錐頭部の四角形の辺の長さは挿嵌する光ファイバ6の外径にほぼ等しくしてある。そして、微小レンズ12の中心軸Aがガイド孔16の中心軸に一致するように、ガイド孔16が配列されている。そして、図1に示されるように、平板マイクロレンズ4の後方端面11bとシリコン単結晶板15とが接着された状態で、光ファイバ6をガイド孔16に挿嵌すると、微小レンズ12の焦点Pが光ファイバ6のコアに包含される位置となる。また、光ファイバ6とガイド孔16との間の傾斜空間16aに適宜な接着剤を充填すると、光ファイバ6が固定できる。

【0016】このようなシリコンガイド5は異方性化学エッティングにより製作され、その工程を図3により説明する。図3(a)において、17はSiO<sub>2</sub>熱酸化膜であり、水蒸気酸化、加圧酸化などにより形成される。同(b)において、シリコン単結晶板15の片面の熱酸化膜17の上にフォトレジスト膜18が塗布される。同(c)において、フォトレジスト膜18に所定のマスク窓19が形成される。同(d)において、マスク窓19の下の熱酸化膜17が緩衝フッ酸でエッティングされる。同(e)において、シリコン単結晶板15がEPW(エチレンジアミンピロカテコール水溶液)により90°方向の異方性エッティングされ、裁頭四角錐状のガイド孔が形成される。同(f)において、熱酸化膜17が緩衝フッ酸で除去され、所望形状のシリコンガイド5を得る。

【0017】そして、図2のように、中心軸Aを一致させて、平板マイクロレンズ4とシリコンガイド5を接着して図1の光結合器3を得る。すなわち、製造工程としては、所定寸法の平板マイクロレンズ4を単体で製作する工程と、所定寸法のシリコンガイド5を単体で製作する工程と、平板マイクロレンズ4の後方端面11bにシリコンガイド板5をガイド孔16の中心が微小レンズ1

2の焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成っている。平板マイクロレンズ4を精度良く製作し、シリコンガイド板5を精度良く製作しておくと、両者を軸合わせするだけで、複数の光ファイバを同時に結合でき、容易に多モード光ファイバアレーの集積化が可能となる。

【0018】つぎに、このようにして製作された光結合器3の作動を図1により説明する。半導体レーザ1からの出射光はコリメートレンズ2で各微小レンズ12に分配される。そして、各微小レンズ12で焦点Pに集光される。この焦点Pは挿嵌した光ファイバ6のコア内に包含されるように位置しているので、集光された光は光ファイバ6に入射する。光ファイバ6の中心軸と焦点P位置の一一致により、半導体レーザ1と多モード光ファイバアレーの結合効率は例えば52.3%であり、理論値56.4%に近い値を得ることができた。

【発明の効果】本発明の光結合器は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成るものであり、ガイド孔に光ファイバの先端を挿嵌し接着するだけで、光源からの光を高効率に光ファイバに伝達することができ、面倒な軸合わせが不要となる。そのため、容易に集積化でき、大容量並列光伝送が可能となる。

【0020】そして、この光結合器の製造方法は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッティングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成るものであり、平板マイクロレンズとシリコンガイド板とを別々に精度よく調整製造し、両者を位置合わせして接着するだけでよいので、製造が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光結合器の使用状態を示す図である。

【図2】光結合器を構成する平板マイクロレンズとシリコンガイド板の分解斜視図である。

【図3】シリコンガイド板の製造工程を示す斜視図である。

【図4】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

【図5】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

【図6】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

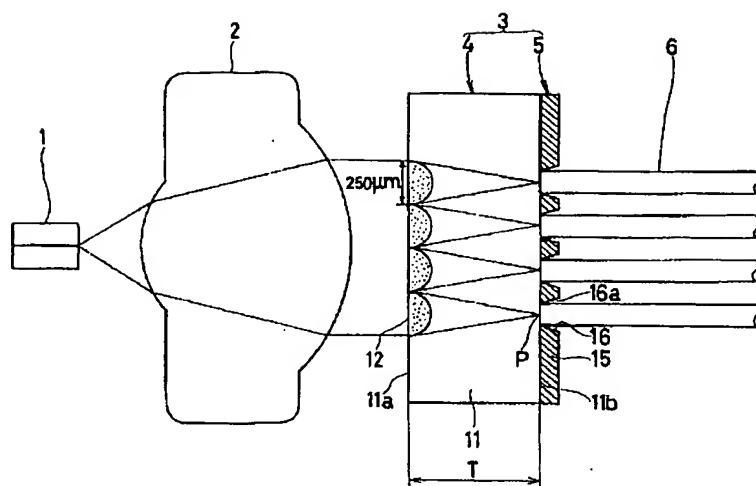
5

6

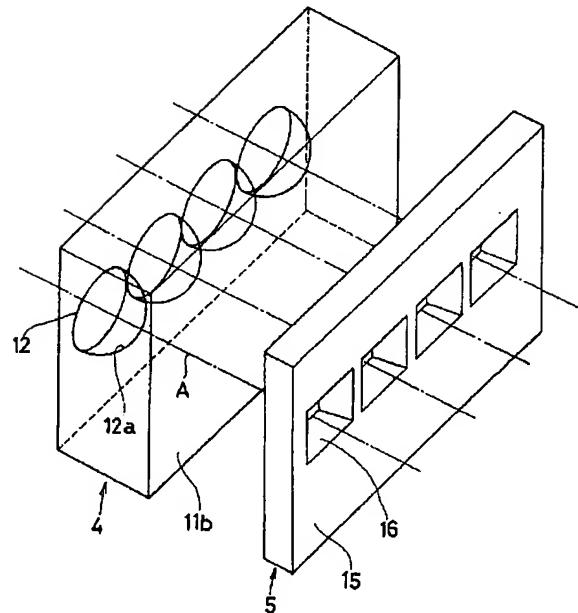
## 【符号の説明】

3 光結合器  
4 平板マイクロレンズ  
5 シリコンガイド板  
6 光ファイバ  
12 微小レンズ  
16 ガイド孔

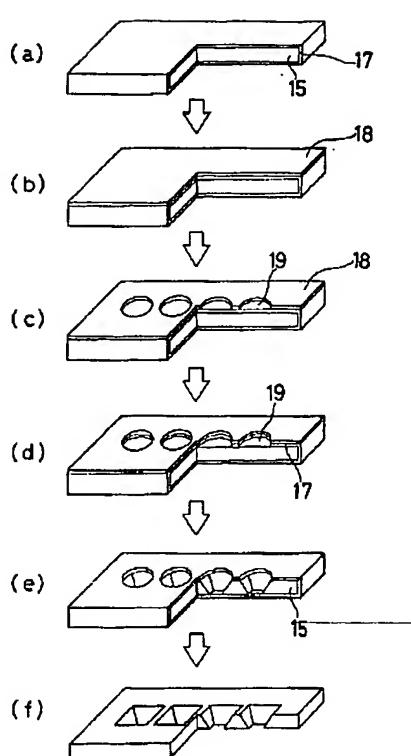
【図1】



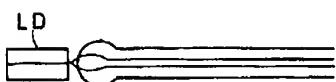
【図2】



【図3】



(a)

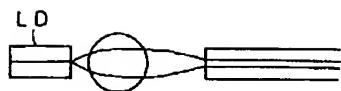


(b)



【図5】

(a)



(b)

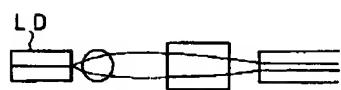


【図6】

(a)



(b)



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年4月15日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0016】このようなシリコンガイド5は異方性化学エッチングにより製作され、その工程を図3により説明する。図3(a)において、17はSiO<sub>2</sub>熱酸化膜であり、水蒸気酸化、加圧酸化などにより形成される。

同(b)において、シリコン単結晶板15の片面の熱酸化膜17の上にフォトレジスト膜18が塗布される。同(c)において、フォトレジスト膜18に所定のマスク窓19が形成される。同(d)において、マスク窓19の下の熱酸化膜17が緩衝フッ酸でエッチングされる。同(e)において、(100)シリコン単結晶板15がEPW(エチレンジアミンピロカテコール水溶液)により異方性エッチングされ、裁頭四角錐状のガイド孔が形成される。同(f)において、熱酸化膜17が緩衝フッ酸で除去され、所望形状のシリコンガイド5を得る。

## フロントページの続き

(72)発明者 小西 秀広

大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 タ  
ツタ電線株式会社内

(72)発明者 秋葉 敦

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号  
日本板硝子株式会社内

(72)発明者 伊賀 健一

神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学精密工学研究所内

(72)発明者 小山 二三夫

神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学精密工学研究所内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-138341  
(43)Date of publication of application : 20.05.1994

(51)Int.CI.

G02B 6/32  
G02B 6/28

(21)Application number : 03-237249

(71)Applicant : TATSUTA ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD  
NIPPON SHEET GLASS CO LTD  
IGA KENICHI

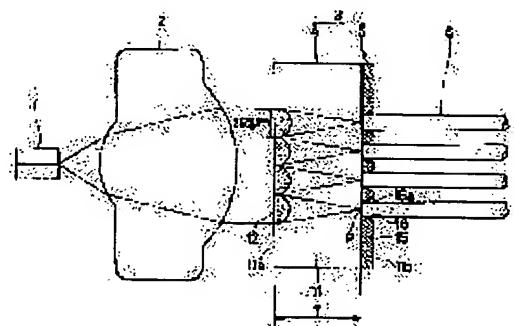
(22)Date of filing : 23.08.1991

(72)Inventor : KONISHI HIDEHIRO  
AKIBA ATSUSHI  
IGA KENICHI  
KOYAMA FUMIO

## (54) OPTICAL COUPLER AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the optical coupler which does not require axis alignment and can be easily produced and the process for production of this optical coupler.  
CONSTITUTION: This optical coupler 3 has a flat plate microlens 4 which is formed with □l microlenses 12 on the front end face 11a of a transparent substrate 11 and is adjusted in thickness so as to form the focuses P of the microlenses 4 at the rear end face 11b and a silicon guide plate 5 which is adhered to the rear end face 11b thereof. This silicon guide plate 5 has guide holes 16 formed in such a manner that optical fibers 6 can be inserted and adhered therein. These guide holes 16 are formed in the positions where the focuses of the microlenses 12 are included within the cores of the optical fibers 6 inserted therein.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.07.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

English Language Translation  
Japanese Patent Publication JP 06-138341

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] the guide which was equipped with the following and formed the aforementioned silicon guide plate possible [ fit-in and adhesion of an optical fiber ] -- a hole -- having -- a guide -- the optical coupling machine characterized by a hole forming and growing into the position included by incore [ of the optical fiber which the focus of the aforementioned microlens fitted in ] The monotonous micro lens which adjusts thickness and changes so that one or more microlenses may be formed in the front end face of a transparent substrate and the focus of the aforementioned microlens may be formed in a back end face The silicon guide plate pasted up on the back end face

[Claim 2] The manufacture method of the optical coupling machine characterized by providing the following The process which adjusts the thickness of the monotonous micro lens which formed one or more microlenses in the front end face of a transparent substrate so that the focus of the aforementioned microlens may be formed in the back end face the guide which carries out a laminating to the aforementioned monotonous micro lens -- the process which manufactures the single-crystal-silicon guide plate which has a hole by anisotropy chemical etching the back end face of the aforementioned monotonous micro lens -- the aforementioned silicon guide plate -- a guide -- the process pasted up so that the center of a hole may be mostly in agreement with the focus of the aforementioned microlens

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] It is related with the optical coupling machine used in order to carry out incidence of the emission light from the light sources, such as laser diode (LD) and light emitting diode (Light Emitting Diode), to an optical fiber efficient, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the application field of optical communication, optical LAN, CATV, and a further are spreading to transmission systems, such as a subscriber system of a public communication channel. When building such a transmission system, the optical coupling machine which combines the light source and an optical fiber efficient is indispensable. Conventionally, as a method of combining the light source in this kind of optical coupling machine, and an optical fiber, there are the joining-together method by end-face processing of an optical fiber, an one-sheet lens joining-together method, the two-sheet lens joining-together method, etc.

[0003] As a joining-together method by end-face processing of an optical fiber, as shown, for example in drawing 4 (a), what processed the nose of cam of an optical fiber spherically, the thing which processed the nose of cam in the shape of a taper as shown in this drawing (b) are used. Although it is combined efficient in order to combine these joining-together methods in the place where the light beam from the light source LD seldom spreads from an optical fiber core, the noise by reflection of the light from a fiber occurs, or there are problems, like in a substantially, alignment is difficult and imperfect alignment tolerance is severe.

[0004] As an one-sheet lens joining-together method, there is a method using the sphere lens shown in drawing 5 (a) and the distribution refractive-index lens shown in this drawing (b) etc. The light which spreads outside the light-receiving angle of a lens although these one-sheet lens joining-together methods are compared with the method by end-face processing of an optical fiber and imperfect alignment tolerance is eased is lost, and joint efficiency is a low.

[0005] There is the method of using what uses two sphere lenses shown in drawing 6 (a) as a two-sheet lens joining-together method, the sphere lens shown in this drawing (b), and a distribution refractive-index rod lens etc. Although imperfect alignment tolerance is eased most, there are many parts, and these methods are not easy to manufacture and are unsuitable for mass-production-izing.

[0006] In order for the above to all combine simultaneously the one light source LD and two or more optical fiber arrays about the method of combining the light source LD and one optical fiber, the further above-mentioned trouble is expanded.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention cancels an above-mentioned trouble, its axial doubling is unnecessary, and manufacture aims at offering an easy optical coupling machine and its manufacture method.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The monotonous micro lens which adjusts thickness and changes so that the optical coupling machine of this invention may form one or more microlenses in the front end face of a transparent substrate and the focus of the aforementioned microlens may be formed in a back end face, the guide which was equipped with the silicon guide plate pasted up on the back end face, and formed the aforementioned silicon guide plate possible [ fit-in and adhesion of an optical fiber ] -- a hole -- having -- a guide -- a hole forms and grows into the position included by incore [ of the optical fiber which the focus of the aforementioned microlens fitted in ]

[0009] And the process which adjusts the thickness of the monotonous micro lens by which the manufacture method of this optical coupling machine formed one or more microlenses in the front end face of a transparent substrate so that the focus of the aforementioned microlens may be formed in the back end face, the guide which carries out a laminating to the aforementioned monotonous micro lens -- with the process which manufactures the single-crystal-silicon guide plate which has a hole by anisotropy chemical etching the back end face of the aforementioned monotonous micro lens -- the aforementioned silicon guide plate -- a guide -- it consists of the process pasted up so that the center of a hole may be mostly in agreement with the focus of the aforementioned microlens

[0010]

[Function] the guide prepared in the silicon guide plate -- only by fitting the nose of cam of an optical fiber in a hole, and pasting it, since incidence of the light is carried out to incore [ of an optical fiber ] when incidence of the parallel light is carried out from the front of a monotonous

micro lens, the light from the light source can be transmitted to an optical fiber efficient [0011] If precision improves a monotonous micro lens and a silicon guide plate separately adjustment manufacture, alignment of both is carried out and it pastes up, integration can be done easily.

[0012]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is drawing showing the busy condition of the optical coupling machine of this invention.

[0013] In drawing 1, the collimate lens with which 1 distributes the semiconductor laser as the light source, and 2 distributes the outgoing radiation light from semiconductor laser 1, the optical coupling machine which 3 is equipped with the monotonous micro lens 4 and the silicon guide 5, and changes, and 6 are optical fibers.

[0014] The monotonous micro lens 4 forms the microlens [ a large number (in the example of illustration, since it is easy, four pieces have been illustrated) one or more ] 12 in front end-face 11a of the transparent substrate 11. And thickness T of the monotonous micro lens 4 has thickness by which the focus P of a microlens 12 is formed in back end-face 11b of the transparent substrate 11. The monotonous micro lens 4 can such be manufactured by planar technique. That is, the microlens 12 which becomes small so that a refractive index may approach the thing of a transparent substrate one by one toward an outside is formed by making it immersed in melting Shiuchi containing the large ion of contribution of the field which stuck the mask for ion transparency prevention which has pattern opening into the portion of the microlens 12 of the transparent substrate 11, and subsequently stuck this mask to refractive increment, such as a thallium and caesium, and making the ion exchange perform automatically. Thus, the tropia state of the manufactured monotonous micro lens 4 is shown in drawing 2, and semi-sphere partial 12a is the boundary of the portion and transparent substrate from which a refractive index differs.

[0015] drawing 2 -- setting -- the silicon guide 5 -- the silicon single crystal plate 15 -- the guide of a \*\*\*\* square drill configuration -- it has a hole 16 The length of the side of the square of a square drill head is made almost equal to the outer diameter of the optical fiber 6 to fit in. and the medial axis A of a microlens 12 -- a guide -- in agreement with the medial axis of a hole 16 -- as -- a guide -- the hole 16 is arranged and the state where back end-face 11b of the monotonous micro lens 4 and the silicon single crystal plate 15 pasted up as shown in drawing 1 -- an optical fiber 6 -- a guide -- if it fits in a hole 16, the focus P of a microlens 12 will serve as a position included by the core of an optical fiber 6 moreover, an optical fiber 6 and a guide -- if inclination space 16a between holes 16 is filled up with proper adhesives, an optical fiber 6 is fixable

[0016] Such a silicon guide 5 is manufactured by anisotropy chemical etching, and explains the process by drawing 3 . Setting to drawing 3 (a), 17 is SiO2. It is a thermal oxidation film and is formed of steam oxidation, pressurization oxidization, etc. In \*\* (b), the photoresist film 18 is applied on the thermal oxidation film 17 of one side of the silicon single crystal plate 15. The predetermined mask aperture 19 is formed in the photoresist film 18 in \*\* (c). In \*\* (d), the thermal oxidation film 17 under the mask aperture 19 \*\*\*\*\*'s by buffer fluoric acid. in the direction of 90 degree, in \*\* (e), the silicon single crystal plate 15 carries out anisotropic etching by EPW (ethylenediamine pyrocatechol solution) -- having -- a \*\*\*\* square drill-like guide -- a hole is formed In \*\* (f), the thermal oxidation film 17 is removed by buffer fluoric acid, and the silicon guide 5 of a request configuration is obtained.

[0017] And like drawing 2 , a medial axis A is made in agreement, the monotonous micro lens 4 and the silicon guide 5 are pasted up, and the optical coupling machine 3 of drawing 1 is

obtained. namely, the process which manufactures the monotonous micro lens 4 of a predetermined size alone as a manufacturing process, the process which manufactures the silicon guide 5 of a predetermined size alone, and back end-face 11b of the monotonous micro lens 4 -- the silicon guide plate 5 -- a guide -- it consists of the process pasted up so that the center of a hole 16 may be mostly in agreement with the focus of a microlens 12 If the monotonous micro lens 4 is manufactured with a sufficient precision and the silicon guide plate 5 is manufactured with a sufficient precision, two or more optical fibers can be simultaneously combined only by carrying out axial doubling of both, and integration of a multi-mode optical fiber array will be attained easily.

[0018] Below, drawing 1 explains the operation of the optical coupling machine 3 manufactured by doing in this way. The outgoing radiation light from semiconductor laser 1 is distributed to each microlens 12 by the collimate lens 2. And it is condensed by Focus P by each microlens 12. Since this focus P is located so that it may be included by incore [ of the fitted-in optical fiber 6 ], it carries out incidence of the condensed light to an optical fiber 6. By the medial axis of an optical fiber 6, and coincidence of a focal P position, the joint efficiency of semiconductor laser 1 and a multi-mode optical fiber array is 52.3%, and was able to acquire the value near 56.4% of theoretical values.

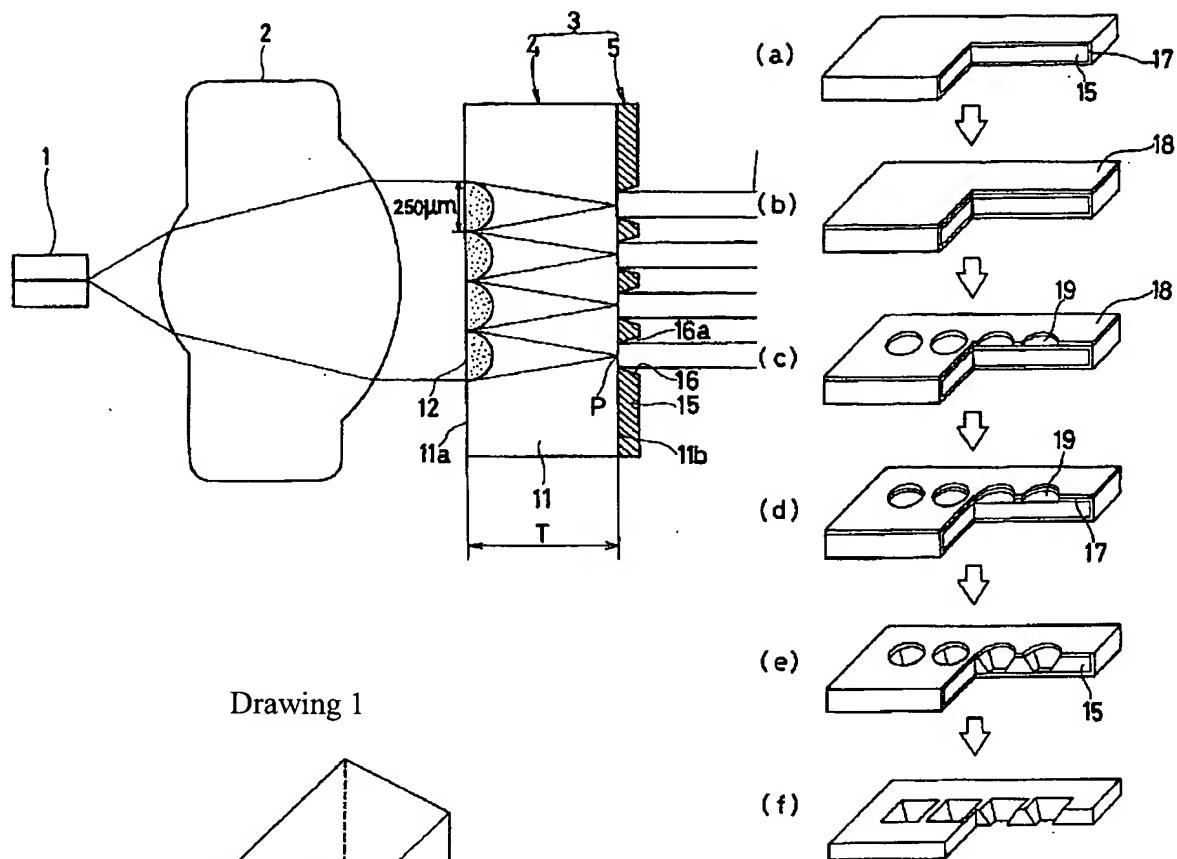
[0019]

[Effect of the Invention] The monotonous micro lens which adjusts thickness and changes so that the optical coupling machine of this invention may form one or more microlenses in the front end face of a transparent substrate and the focus of the aforementioned microlens may be formed in a back end face, It has the silicon guide plate pasted up on the back end face. the aforementioned silicon guide plate A hole is what forms and grows into the position included by incore [ of the optical fiber which the focus of the aforementioned microlens fitted in ]. the guide formed possible [ fit-in and adhesion of an optical fiber ] -- a hole -- having -- a guide -- a guide -- only by fitting the nose of cam of an optical fiber in a hole, and pasting it, the light from the light source can be transmitted to an optical fiber efficient, and troublesome axial doubling becomes unnecessary Therefore, it can integrate easily and a mass parallel optical transmission becomes possible.

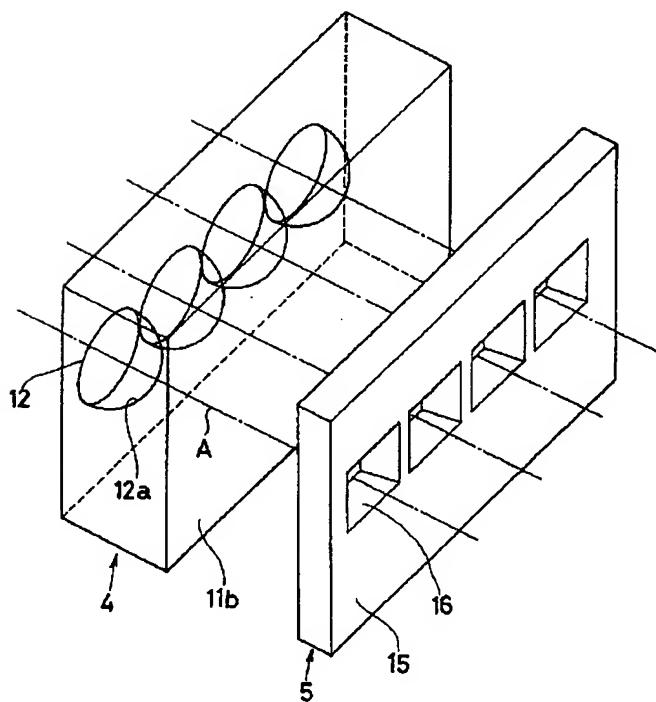
[0020] And the process which adjusts the thickness of the monotonous micro lens by which the manufacture method of this optical coupling machine formed one or more microlenses in the front end face of a transparent substrate so that the focus of the aforementioned microlens may be formed in the back end face, the guide which carries out a laminating to the aforementioned monotonous micro lens -- with the process which manufactures the single-crystal-silicon guide plate which has a hole by anisotropy chemical etching It is what consists of the process pasted up so that the center of a hole may be mostly in agreement with the focus of the aforementioned microlens. the back end face of the aforementioned monotonous micro lens -- the aforementioned silicon guide plate -- a guide -- Since what is necessary is just for precision to improve a monotonous micro lens and a silicon guide plate separately adjustment manufacture, to carry out alignment of both, and to paste up, manufacture is easy.

---

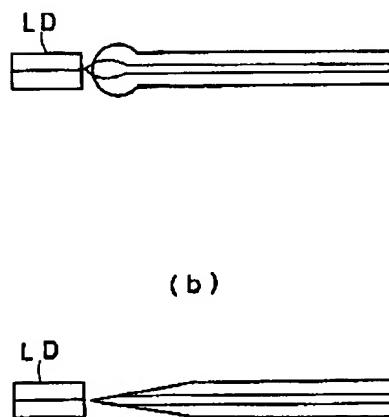
[Translation done.]



## Drawing 1

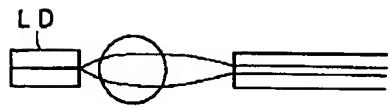


## Drawing 2



## Drawing 4

(a)

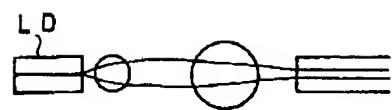


(b)



Drawing 5

(a)



(b)



Drawing 6